第40卷 第1期
2002年1月

古 脊 椎 动 物 学 报
VERTEBRATA PALASIATICA

pp.52–69

滇东泥盆系几个含鱼层的时代和对比[1)]

刘 玉 海

（中国科学院古脊椎动物与古人类研究所 北京 100044）

摘要 从鱼化石的角度对滇东泥盆系下述含鱼地层进行了分析，并认为：1）曲靖地区下泥盆统徐家冲组与坡松冲组或四川的平驿铺组、广西的那高岭组层位相当，时代为布拉格期；其层位低于含 duyunolepids-*Kueichoulepis* 鱼类组合的贵州乌当组或舒家坪组，后者时代为埃姆斯期。2）滇东中泥盆统含两个不同时期的含鱼层，其中含 *Yinosteus*-*Wudinolepis* 鱼类组合的武定地区旧城组属中泥盆统早期，该鱼类组合现仅知分布于武定地区。而中泥盆统晚期含鱼地层，在曲靖地区由下而上包括穿洞组、上双河组和海口组三个岩石组；其中穿洞组＋上双河组与武定的鱼子甸组对比，而海口组与曲靖组为同时异相；武定茶花箐组与曲靖组对比。3）文中对上述地层中的某些鱼化石的层位或鉴定作了评述或厘定。

关键词 滇东，泥盆系，含鱼地层，时代

中图法分类号 Q915.862

就中国的非海相泥盆系而言，滇东占有举足轻重的地位，而曲靖地区尤具代表性，所以长期以来受到古生物和地层工作者的重视，在前人工作的基础上，自20世纪60年代以来在地层和古生物研究方面均取得了长足的进步。尽管如此，在新的基础上又有了新的分歧，例如下泥盆统与中泥盆统之间有无沉积间断，即是争论之一。实质上它所涉及的是有关下泥盆统徐家冲组与中泥盆统，即通常所称的广义的海口组，各自的时代与对比的问题。

类似的问题也存在于武定地区。从鱼化石的角度讲，武定的泥盆系，特别是中泥盆统，其重要性并不逊于曲靖地区。为了与曲靖地区中泥盆统含鱼层相互对比和印证，武定地区中泥盆统含鱼层的时代与对比也是本文探讨的问题之一。

众所周知，上述地层富含鱼化石，因此本文将主要从鱼化石的角度，对这几个问题逐一予以剖析。

1 徐家冲组的时代及对比

徐家冲组是曲靖地区下泥盆统最上面的一个组，紧伏于中泥盆统（尝称为广义的海口组）之下。关于徐家冲组的时代与对比以及其与中泥盆统之间有无沉积间断，历来存在争议。对此，朱敏等（1996）曾作过扼要回顾，这里不再赘述。作者（刘玉海，1985）根据盔甲类中的华南鱼类的地史分布，曾提出徐家冲组应当与广西海相地层那高岭组层位相当，时代为布拉格期；与非海相地层对比，则大致与滇东的坡松冲组（当时称为翠峰山组）或川西

1）国家重点基础研究发展规划项目（编号：G2000077704）资助。

收稿日期：2001－8－20

北的平驿铺组相当。因此，在曲靖地区下泥盆统缺失相当坡脚组时期及其以后的沉积，从而表明徐家冲组与中泥盆统之间存在沉积间断。间断面当以徐家冲组与中泥盆统之间的砾岩层为标志，并以该砾岩层作为中泥盆统的底砾岩。这层砾岩在徐家冲水库及下双河村附近均有很好的出露。其后华南鱼类 *Gantarostraspis geni* 先后在文山坡松冲组和曲靖徐家冲组发现（朱敏等，1994），而本文作者则在龙华山徐家冲组采到原始瓣甲类 *Neopetalichthys* sp.（未刊），该属最初发现于川西北平驿铺组（刘玉海，1973），这二者进一步支持了上述有关徐家冲组对比的建议。

徐家冲组迄今已发现的鱼化石计有华南鱼类 *Sanchaspis magalarostrata*（潘江等，1981）、*Gantarostraspis geni*（朱敏等，1994）、真盔甲类 *Eugaleaspis xujiachongensis*（刘玉海，1975）、*Pterogonaspis yuhaii*（朱敏，1992）、节甲类 *Szelepis* sp.（刘玉海，1979）、瓣甲类 *Neopetalichthys* sp. 和胴甲类 *Yunnanolepis chii*、*Chuchinolepis gracilis* 等（后三者均为作者发现于龙华山，未刊）。其中 *Pterogonaspis* 至今只发现于徐家冲组。而 *Eugaleaspis*、*Szelepis*、*Yunnanolepis*、*Chuchinolepis* 等均曾出现于徐家冲组之下的西屯组或西山村组中，因此均为上延份子。华南鱼类则不同，虽然种类繁多，但时限较短，迄今所知计有 11 个属（见表 1），地史分布上，在云南，徐家冲组之外，还广泛出现于坡松冲组；在四川出现于平驿铺组；在广西

表 1　华南鱼类的地史分布[1),2)]

Table 1　The stratigraphic and geographic distribution of huananaspids

时代 age	华南鱼类种的名称 specific name of huananaspids	层位 horizon	产地 locality
艾菲尔期 Eifelian	*Wumengshanaspis cuntianensis* Wang et Lan	Qingmen Fm	Yiliang, Yunnan
布拉格期 Pragian	*Sanchaspis magalarostata* Pan et Wang	Xujiachong Fm	Zhanyi, Yunnan
	Gantarotraspis geni Wang et Wang	Xujiachong Fm Posongchong Fm	Zhanyi, Yunnan Wenshan, Yunnan
	Huananaspis wudingensis Liu	Posongchong Fm	Wuding, Yunnan
	Macrothyraspis longicornis Pan	Posongchong Fm	Guangnan, Yunnan
	Qingmenaspis microculus Pan et Wang	Posongchong Fm	Zhaotung, Yunnan
	Sanqiaspis zhaotongensis Liu *S. rostrata* Liu	Posongchong Fm Pingyipu Fm	Zhaotung, Yunnan Jianyou, Sichuan
	Lungmenshanaspis kianyouensis P'an et Wang	Pingyipu Fm	Jianyou, Sichuan
	Sinoszechuanapis yanmenpaensis P'an et Wang	Pingyipu Fm	Jianyou, Sichuan
	Asiaspis expansa P'an	Nagaoling Fm	Liujing, Guangxi
	Antiquesagittaspis cornata Liu	Nagaoling Fm	Liujing, Guangxi

注：1）本表没有采纳潘江（1992）对存在于某些盔甲鱼类的侧背窗（包括潘氏的背窗）的解释和据此所作属级阶元以上的分类，从而表中将 *Macrothyraspis* 和 *Sinoszechuanaspis* 归入华南鱼类。本文作者（刘玉海，1993）曾将侧背窗与骨甲鱼类的感觉区对比，也仅是一种推测，并无充分证据，而应摒弃。存在于某些盔甲类中的侧背窗在解剖学上是尚待进一步研究的问题，不过从侧线分布走势可知在动物生活时该窗是封闭的，应由柔软组织或仅由骨甲表层所覆盖。由于具侧背窗的 *Macrothyraspis* 和 *Sinoszechuanaspis* 分别与不具侧背窗的华南鱼类成员 *Huananaspis* 和 *Lungmenshanaspis* 在其他特征上是如此相近（类似情况也存在于 *Microholonaspis* 对比 Duyunolepidae 科成员），是难于以平行进化来解释的。本文认为不能过高估计侧背窗在高阶元分类中的意义。

2）产于文山古木坡松冲组的 *Gumuaspis rostrata* 建立者依据吻突将其归入 Huananaspidae 科（王俊卿等，1992），其后王俊卿等（1994）作了厘正，纳入 Polybranchiaspiformes 目，本文从后说，故于表中不予列入。附带提一下，*Gumuaspis* 令人想起 Polybranchiaspidae 科中具吻突的 *Laxaspis rostrata*（刘玉海，1975），现在看来根据吻突 *L. rostrata* 当从 *Laxaspis* 中排除，但 *L. rostrata* 这个种的特征至今了解甚少，为其建立新属或归入 *Gumuaspis* 均感证据不足，且后一方案又涉及与古木标本异物同名，因此姑且以"*Laxaspis rostrata*"处理，以待新的发现进一步厘正。

出现于那高岭组，以上均属早泥盆世。惟一的例外是出自滇东北彝良的 *Wumengshanaspis cuntianensis*，含鱼层曾归于缩头山组（王士涛等，1984），在后来的《云南省区域地质志》（云南省地质矿产局，1990）中则划入箐门组，依据无脊椎动物化石该组被认为属于中泥盆世早期，其层位远在坡脚组之上，显然高于其他华南鱼类所在地层。如表1所示，坡松冲组与徐家冲组对比由共同产有 *Gantarostraspis* 所表明，而与平驿铺组对比则有 *Sanqiaspis* 和 *Lungmenshanaspis* 作证。虽然那高岭组与以上三组间没有共同属种，但它所产华南鱼类中的 *Asiaspis* 与坡松冲组中的 *Huananaspis* 却是相近的，更何况那高岭组与坡松冲组时代大致相当是当前大多数生物地层工作者的共识。如果上面的对比可以被接受，那么从现有资料看，华南鱼类的出现和大量辐射则大致是在布拉格期，这对含鱼层的时代和对比有着重要意义。

朱敏等（1996）曾提出，就非海相地层而言，中国确切的埃姆斯期地层为贵州乌当组，因为该组的节甲类 *Kueichowlepis* 和瓣甲类 *Sinopetalichthys* 分别与澳大利亚埃姆斯期的 *Buchanosteus*[1)] 和 *Shearsbyaspis* 十分相近。作者赞同这个意见，但同时注意到，乌当组尚产盔甲类 *Neoduyunaspis*。*Neoduyunaspis*、*Duyunolepis* 和 *Paraduyunaspis* 以其中背孔靠后和大而近于圆形、鳃囊众多以及角和内角的消失等特征，组成盔甲类中非常特化的都匀鱼科（Duyunolepidae）。都匀鱼类迄今只发现于贵州境内。除乌当组的 *Neoduyunaspis* 外，其余两个属 *Duyunolepis* 和 *Paraduyunaspis* 分别产于都匀舒家坪组和赫章丹林组顶部。就舒家坪组而言，按照腕足类方面的研究，该组大致与广西的大乐组或四排组相当，时代为埃姆斯晚期（侯鸿飞等，1975）。这个结论从覆于舒家坪组之上的龙洞水组时代为艾菲尔期也可得到印证。

至于丹林组，虽然位于舒家坪组之下，但二者为连续沉积，而且潘江等（1978）强调指出，丹林组的鱼化石产自该组顶部，距舒家坪组的腕足类化石 *Euryspirifer paradoxus shujiapingensis* 只有2~3米，因此，潘江进一步认为上述都匀鱼类3个属均为同一时期（见侯鸿飞等，1988，表13）。潘氏的看法是有道理的，因为丹林组作为岩石组，其顶部含鱼层与舒家坪组属于同一个时期是可能的。虽然在上述表13中将都匀鱼类的层位与徐家冲组对比，这显然是受以往一般将徐家冲组层位估计过高的影响和对 duyunolepids-*Kueichowlepis* 鱼群组合性质认识上的偏差。事实上现有资料表明，duyunolepids-*Kueichowlepis* 鱼群组合与徐家冲组的鱼群迥然不同。综合考虑与 *Kueichowlepis* 和 *Sinopetalichthys* 相对应的澳大利亚的 *Buchanosteus* 和 *Shearsbyaspis* 分布在牙形石 *dehiscens* 至 *serotinus* 带范围内和舒家坪组的腕足类为埃姆斯晚期，看来 duyunolepids-*Kueichowlepis* 组合的时代不会早于埃姆斯期，很可能为埃姆斯中晚期。总之含 duyunolepids-*Kueichowlepis* 组合的地层，其层位应高于徐家

1）王士涛等（1998）描述的广西玉林樟木北均塘组下泥盆统（洛赫考夫阶）的 *Buchanosteus* sp. 实际既不属于 *Buchanosteus* 属也不属于 Buchanosteidae 科，其示意图亦重大失实。本文作者认为该标本当代表 Actinolepidae 科的一属种，并命名为玉林樟木鱼（*Zhangmulepis yulinensis* gen. et sp. nov.）。

The arthrodiran specimen discribed by Wang et al. (1998) as *Buchanosteus* sp. from the Lower Devonian (Lochkovian) Beijuntang Formation of Zhangmu, Yulin, Guangxi, South China actually does not belong to *Buchanosteus*, even Buchanosteidae, and their reconstruction of this specimen does not conform with facts. This specimen is here considered to be a new form of Actinolepidae and nominated as *Zhangmulepis yulinensis* gen. et sp. nov. after the locality.

冲组,这个组合在国内已知的早泥盆世各鱼群组合中是目前确知的时代很晚的一个,这一点在后面讨论中泥盆世鱼群的时代时,应有所启示。

2 滇东中泥盆统的划分与对比

2.1 曲靖地区中泥盆统的划分沿革

这里所说的中泥盆统,是指下泥盆统徐家冲组以上、上泥盆统宰格组以下这段地层。关于这段地层的划分沿革,朱敏等(1996)曾列表说明。扼要地讲,主要有三种意见。其一,是统称之为海口组(广义)(刘玉海等,1973;潘江等,1978),或称之为西冲组(廖卫华等,1978),在时代上认为属于吉维特期。另一种意见是将其进行三分,由下而上为穿洞组、上双河组和海口组(狭义),在时代方面认为穿洞组为艾菲尔期,而上面的两个组为吉维特期(云南省第二区测队,1978)。第三种意见主张二分,认为上述三分中的上双河组和海口组二者在地层界线上不清楚,化石组合面貌上不易区分,故而合二为一,并称之为海口组(侯鸿飞等,1988;朱敏等,1996),或称之为西冲组(蔡重阳等,1994),在时代上,多数与上述三分意见一致,但朱敏等则主张穿洞组为早泥盆世,而合并后的海口组大部为艾菲尔期,只有顶部为吉维特期。

本文中采用了云南省第二区测队的三分方案,因为这样可以给鱼化石层位一个比较明确的界定,以利于分析和对比。关于本地区的鱼化石层位分布列于表 2,并附有资料来源和有关说明。

与上述地层划分有关而应说明的是海口组与曲靖组的关系。由于在彝良发现宰格组下部距海口组约 30m 处产有晚泥盆世早期珊瑚 *Disphyllum cylindricum* 和 *Hunanophrentis* aff. *zaphrentoides*,而在华宁盘溪和云南其他地区所谓的海口组位于中泥盆统曲靖组之下,因此刘玉海等(1973)推测宰格组在珊瑚层之下可能部分地包含曲靖组时期的沉积,但至今未获化石证据。云南省第二区测队(1978)的曲靖幅地质报告认为,在该地区大致在曲靖一沾益城一线以西非海相海口组为砂岩夹泥岩相,而在该线以东则相变为以碳酸盐为主夹碎屑岩的海相曲靖组。其根据是这里的曲靖组既产包括 *Stringocephalus* 在内的海相无脊椎动物,又产海口组常见的植物和鱼化石。其中重要的植物化石有 *Protolepidodendron scharyanum*、*Barrandeina sliandua*、*Lepidodendropsis obstilliformes* 以及 *Sycidum lagenarium* 等(云南省第二区测队,1978,页 79,90)。至于鱼化石,据作者统计(包括史家坡剖面,虽然第二区测队称其为海口组,但产有 *Stringocephalus* 等曲靖组海相无脊椎动物化石),计有胴甲类 *Microbrachius sinensis*(潘江,1984)、*Bothriolepis sinensis*、*Hunanolepis tieni*(云南省第二区测队,1978,页 79,81,90)、*Xichonolepis qujingensis*(Ritchie et al., 1992;本文),瓣甲鱼类 *Quasipetalichthys* sp.(云南省第二区测队,1978,页 81)和肺鱼类 *Dongshanodus qujingensis*(王俊卿,1984)。在这些鱼化石中,除 *Microbrachius sinensis* 和 *Dongshanodus* 仅见于曲靖组外,余者均见诸于曲靖或昆明地区的海口组中。因此,认为海口组与曲靖组大致是同时期的沉积,看来是有根据的。所以本文表 2 是把海口组与曲靖组作为同期异相的两个地层单位。这样,曲靖和昆明周边地区以外的云南其他地区,诸如武定、华宁及滇东北等地通常所称谓的海口组,因位于曲靖组或相当曲靖组的地层之下,严格地讲与命名剖面的海口组并不相当。

表2 曲靖地区中泥盆统的鱼化石层位分布

Table 2 The stratigraphic distribution of the fish fossils in the Middle Devonian of Qujing district, Yunnan

	中泥盆统 Middle Devonian		
	吉维特阶 Givetian		
	穿洞组 Chuandong Fm	上双河组 Shangshuanghe Fm	海口组/曲靖组 Haikou Fm/Qujing Fm
瓣甲类 petalichthyids			
Eurycaraspis incilis Liu	★		
Quasipetalichthys haikouensis Liu			★
总鳍类 crossopterygians			
Kenichthys campbelli Chang et Zhu	★		
Heimenia sp.	★		
肺鱼类 dipnoans			
Dongshanodus qujingensis Wang			★
胴甲类 antiarchs			
Wudinolepis cf. *W. weni* Chang	★?		
Microbrachius qujingensis Pan			★
Hunanolepis tieni P'an et Tzeng			★
Hunanolepis sp.	★		
Dianolepis sp.			★
Xichonolepis qujingensis P'an et Wang	★		★
Bothriolepis tungseni Chang	★		★
B. sinensis Chii			★
B. yunnanensis Liu			★
Bothrolepis sp.		★	

注:化石资料来源于刘玉海(1961)、云南省第二区测队(1978)、潘江等(1978)、潘江(1984)、王俊卿(1981)、朱敏等(1996)、Liu (1991)和 Ritchie et al. (1992)。

1) 关于穿洞组的 *Hunanolepis* 和海口组的 *Dianolepis*。潘江等(1978)刊出的沾益龙华山的两条剖面,当时潘氏等认为龙华山剖面全部为中泥盆统海口组(广义),实际上其下部包含下泥盆统徐家冲组,就中统而言,其娄家山剖面中的层10系白云质灰岩,当为云南省第二区测队(1978)的上双河组部分,而层8和层11则应分别属于穿洞组和海口组范围,这两层均产 *Hunanolepis* sp. 和 *Bothriolepis* sp.,因此向来认为 *Hunanolepis* 的层位总是高于穿洞组,是不确的。

另一条剖面通过龙华山顶部,该剖面层17无疑当属第二区测队的海口组,产有 *Dianolepis* sp. 和 *Bothriolepis sinensis*,这是 *Dianolepis* 在武定地区以外的惟一记录。

2) 关于 *Xichonlepis qujingensis* 的层位和产地。Ritchie et al. (1992)等中澳古鱼类学家在关于两国 Sinolepidae 化石研究中,详细记述了 *Xichonlepis qujingensis* 的产地,计有曲靖地区的西冲和张家营、华宁的盘溪、通海的大石山以及武定的赵家庄和其邻近的采石场,但是 Ritchie 等认为所有上述地点的含鱼层均低于海口组,则是不确的,这里只举出我们感兴趣的两例。据作者所知,张家营的标本出自曲靖组,这里还产肺鱼 *Dongshanodus qujingensis*(王俊卿,1981);至于通海大石山的标本,则是出自海口组,这里的泥盆系地层只有海口组和宰格组,超覆于前泥盆系地层之上(刘玉海等,1973)。由此可见,*Xichonolepis qujingensis* 的地质历程是由穿洞组上延至海口组和曲靖组。

3) *Eurycaraspis incilis*(细沟宽头鱼)标本出自沾益龙华山,当时归于海口组(广义)白云岩段(Liu,1991)。后经查证应为云南省第二区测队的穿洞组,特此更正。化石的具体地点是龙华山娄(罗)家山的一条山沟的顶端,实际就是第二区测队龙华山柱状剖面所列节甲类的同一地点和层位,在我们采到的大量鱼化石中,同 *Eurycaraspis* 保存在一起的尚有 *Bothriolepis tungseni* 和 *Xichonolepis qujingensis*,但却没有节甲类(Liu, 1991)。多半可以肯定,第二区测队的节甲类就是 *Eurycaraspis* 的误订。因为在 *Eurycaraspis* 发现之前人们对瓣甲类躯甲组成知之甚少,*Eurycaraspis* 的发现表明,瓣甲类的躯甲组成与原始节甲类的完全一致,只有个别甲片可以区分,所以将瓣甲类躯甲甲片误订为节甲类不足为奇。顺便要提及的是,作者与王俊卿(刘玉海等,1981)依据昆明和晋宁海口组的躯甲个别甲片所建立的节甲类 *Kunmingolepis* 和 *Yangaspis*,其可靠性是非常可疑的,因为海口组产有瓣甲类 *Quasipetalichthys*,而从未有节甲类头甲的发现。

4) 关于 *Bothriolepis chuandongensis* 和 *B. shuanghenensis*。这两个种作为新种最初见于云南省第二区测队(1978)的曲靖幅地质报告中,分别产于穿洞组和上双河组,但迄今未见诸古生物描述,因此表2只采用后者作为 *Bothriolepis* sp.,以示上双河组也产鱼化石。

2.2　武定地区中泥盆统的划分沿革

本文中的武定地区中泥盆统系指该地区出露在坡脚组之上的泥盆纪地层。刘玉海等(1973)称之为广义的海口组,但他们描述的剖面在人民桥至赵家庄一线,上部缺失。实际上,中泥盆统广泛分布于武定及禄劝地区,云南102地质队称之为鱼子甸组,并分为两段,下段为棠梨树段,上段为茶花箐段(潘江等,1978)。棠梨树段大致相当刘玉海等的海口组,而茶花箐段在人民桥剖面缺失,但在杨柳河、绿水塘等地则有很好的出露。茶花箐段伏于侏罗纪红层之下,厚约100m,为灰岩夹页岩、泥岩,产 *Emanuella transversa*、*Atrypa desquamata* 及 *Stringocephalus* sp. 等腕足类化石(潘江等,1978;赵秀琨,1978)。潘氏等虽然认为棠梨树段相当海口组,但同时指出,其下部 *Wudinolepis* 层在曲靖地区的海口组中没有出现,所以层位偏低。其后,王俊卿(1984)将含 *Wudinolepis* 和节甲类的黑色页岩层划出来,采用昆明工学院地质系的命名(未刊)称为旧城组,并认为其时代为艾菲尔期。《云南省区域地质志》、刘时藩(1994)等亦从此说。但王俊卿等(1995)、朱敏等(1996)则将其时代提早为埃姆斯期,并与曲靖的穿洞组对比。

本文表3采用将武定地区中泥盆统三分的方案,由下而上为旧城组、鱼子甸组(相当地质队的棠梨树段上部)和茶花箐组(相当地质队的茶花箐段)。

表3　武定地区中泥盆统的鱼化石层位分布

Table 3　The stratigraphic distribution of the fish fossils in the Middle Devonian of Wuding district, Yunnan

	中泥盆统 Middle Devonian		
	艾菲尔阶 Eifelian	吉维特阶 Givetian	
	旧城组 Jiucheng Fm	鱼子甸组 Yuzidian Fm	茶花箐组 Chahuaqing Fm
节甲类 arthrodires			
Exutaspis megista Liu et Wang	★		
Jiuchengia longoccipita Wang et Wang	★		
Yinosteus major Wang et Wang	★		
Holonema sp.	★		
Xiangshuiosteus wui Wang	★		
Livosteus sinensis Wang	★		
胴甲类 antiarchs			
Wudinolepis weni Chang	★		
Bothriolepis tungseni Chang		★	
B. sinensis Chii		★	
Xichonolepis qujingensis P'an et Wang		★	
Dianolepis liui Chang		★	
Hunanolepis tieni P'an et Tzeng		★	
瓣甲类 petalichthyids			
Eurycaraspis incilis Liu		★	
总鳍鱼类 crossopterygians			
Thursius wudingensis Fan		★	

注:表中鱼化石资料来源于刘玉海、王俊卿(1973,1981)、潘江等(1978)、赵秀琨(1978)、王俊卿等(1995)、朱敏等(1996)、王俊卿(1996)。潘氏等剖面记述中载有 *Wudinolepis* 层产 *Bothriolepis* sp.,赵氏则报道 *Wudinolepis* 层之下尚采到 *Dianolepis liui*。这两则报道分别受到王俊卿等(1995)和刘时藩(1994)的质疑,因此这两则报道表3中未曾采用,作为存疑,这里予以说明。

2.3 武定地区与曲靖地区中泥盆统的地层对比

若以 *Stringocephalus* 作为标志,则武定地区的茶花箐组在层位上应与曲靖地区的曲靖组相当,当然与海口组也大致相当。因此从地层层序上讲,鱼子甸组与曲靖的中泥盆统对比上存在两种可能,即仅只相当后者的上双河组抑或相当上双河组 + 穿洞组。与上双河组对比显而易见,这正是当前的主流意见,因为两者均紧伏于产 *Strigocephalus* 地层之下。

本文主张鱼子甸组与上双河组 + 穿洞组对比,这里所以要加上穿洞组,至少有两点证据。其一是鱼子甸组和穿洞组均产瓣甲类 *Eurycaraspis incilis*;其二是总体鱼群面貌,与鱼子甸组一样,穿洞组也是以胴甲类为主,伴有总鳍鱼和瓣甲鱼类,且如表 2 和表 3 所示,在穿洞组现有的 7 种鱼化石中即有 4 种见之于鱼子甸组,这还不包括也见之于滇东北"海口组"的 *Heimenia*(见下面)。这个建议显然与当前不少生物地层学家认为穿洞组与旧城组相当的主张相冲突。该主张的依据或者是基于穿洞组和旧城组均产 *Wudinolepis weni*(云南省第二区测队,1978;云南省地质矿产局,1990),或缘于穿洞组产 *Heimenia* sp.,这个属在国外为早泥盆世,因而推测穿洞组和旧城组同为早泥盆世沉积(朱敏等,1996)。这两点依据现在看来都受到挑战。首先穿洞组 *Wudinolepis* 的鉴定可靠性受到质疑(侯鸿飞等,1988;朱敏等,1996),而 *Heimenia* 在国内则发现于滇东北曲靖组之下的"海口组"(王俊卿,1986)。反过来再看旧城组的鱼化石(见表 3),除 *Wudinolepis* 外,目前确知的均为节甲类,这些节甲类分子迄今无一发现于穿洞组。因此,旧城组应低于穿洞组,曲靖地区当缺失旧城组时期的沉积。关于这两个地区中泥盆统的对比问题,后面在其时代的讨论中还要进一步阐明。

基于上述分析,笔者认为武定与曲靖地区中泥盆统的对比关系,由上而下为茶花箐组,相当海口组/曲靖组,鱼子甸组相当上双河组 + 穿洞组,而旧城组在曲靖地区缺失(见表 4)。

2.4 滇东中泥盆统含鱼层的时代

根据上面曲靖和武定地区中泥盆统的对比关系,下面对它们的时代分别予以分析。海口组、曲靖组和茶花箐组三者层位相当,其时代已有吉维特期的标志化石 *Stringocephalus* 所明示。这样,需要讨论的只有鱼子甸组或上双河组 + 穿洞组以及旧城组。

2.4.1 鱼子甸组或上双河组 + 穿洞组的时代

如表 2 和表 3 所示,鱼子甸组和上双河组 + 穿洞组产鱼化石计 10 种,其中半数也见之于海口组/曲靖组,即 *Bothriolepis tungsenis*、*B. sinensis*、*Hunanolepis tieni*、*Xichonolepis qujingensis*、*Dianolepis liui*。在这 5 种鱼化石中,除 *Bothriolepis* 为世界性属外,余者均为中国地区属种。而它们中见之于云南以外地区的分子为 *Hunanolepis tieni* 和 *Bothriolepis sinensis*,出现于湖南跳马涧组和广东大河坡组(上桂头群)(潘江等,1978)。大河坡组大致相当跳马涧组,而跳马涧组既然位于含 *Stringocephalus* 的棋子桥组之下,理应与鱼子甸组对比。但是跳马涧组与滇东的海口组在时代上历来纠葛在一起,同样存在争论。

下面来着重分析余下的 5 种鱼化石。

首先是 *Wudinolepis* cf. *W. weni*,前面已经提到曲靖穿洞组这项标本的鉴定受到质疑。关于这个问题的进一步讨论留在旧城组时代一节里,在那里将会看到,穿洞组的标本在得到确切鉴定之前,其对含鱼层时代的判定并不重要。

关于 *Heimenia*,这是依据鳞片建立的一个总鳍鱼类形态属。在斯匹茨贝尔根产于埃

姆斯阶的 Verdalen Member，与其伴生的鱼类主要有瓣甲类 *Wijdeaspis*，节甲类 *Herasmius*、*Homosteus* 及 buchanosteids 等(Mark-Kurik，1991)。如果将 Verdalen Member 与中国已知含鱼层对比，本文认为很大可能是与贵州的乌当组或舒家坪组大致相当，因为它和乌当组都产与 *Buchanosteus* 相近而属于 Buchanosteidae 科的鱼化石。而在越南，*Heimenia* 则发现于 Bac Bun Suite 组，该组被认为与中国的那高岭组相当，为布拉格期，并产有 *Polybranchiaspis*、*Yunnanolepis*、*Chuchinolepis* 等鱼化石(Thanh and Janvier，1987，1990)。至于在中国，在穿洞组之前 *Heimenia* 曾发现于滇东北鲁甸德红，根据地质队提供的资料，出自海口组(王俊卿，1986)。滇东北的海口组位于曲靖组之下，大致相当后来《云南省区域地质志》重新命名的红崖坡组，无疑当与鱼子甸组对比。红崖坡组产鱼化石 *Bothriolepis* sp.、植物 *Lepidodendronpsis* cf. *L. orborescens* 和腕足类 *Schizophoria striatula*。由上所述可以看出，在世界范围内 *Heimenia* 有多个层位。无论从地层层序上还是所含生物内容上，红崖坡组与鱼子甸组作时代对比都是可取的。因此，中国的现有 *Heimenia* 应当晚于早泥盆世，而且间接支持了鱼子甸组与上双河组 + 穿洞组的对比。

关于 *Thursius* 和 *Kenichthys*，二者均属总鳍鱼类 Osteolepidae 科，这个科持续时间较长，由中泥盆世至二叠纪。*Kenichthys* 仅见之于穿洞组，而 *Thursius* 在北欧和波罗的海地区发现于艾菲尔至吉维特阶，至于国内，目前仅限于鱼子甸组。

Eurycaraspis incilis(细沟宽甲鱼)最初发现于龙华山穿洞组(有关其层位的更正见表 2 下面的说明)，在本文成文过程中，朱敏博士告诉作者他在武定鱼子甸组灰岩段采到这个种的头甲。显然这对含鱼层的对比是个重要信息。*Eurycaraspis* 和 *Quasipetalichthys* 是 Quasipetalichthyidae 仅有的两个属(Liu，1991)。*Quasipetalichthys* 分布广泛，见之于昆明海口、彝良万寿山的海口组，沾益曲靖组和宁夏吉维特期的石峡沟组。Young(1993b)披露哈萨克斯坦也有拟瓣鱼类发现。前此，作者有幸在彼得堡大学伊万诺夫(A. Ivanov)博士处观察到哈萨克斯坦的标本，与中国的 *Eurycaraspis* 极为相近。上述标本产自中哈萨克斯坦吉维特期的 Taldysay 组。该组尚产胴甲类鱼化石 *Stegolepis* 和 *Asterolepis*。伊万诺夫博士提供的植物化石名单与滇东西冲组(= 上双河组 + 海口组)的植物群非常相近(侯鸿飞等，1988，页 279)，主要有 *Protolepidodendron scharynum*、*Barrandeina duslian*、*B. striata*、*Prolopteridium* sp.、*Prelepidodendropsis radezenkai*、"*Drepanophycus*" *spinesus*、*Colpoderylon* sp. 等。因此，拟瓣鱼类在哈萨克斯坦的发现不但为中国拟瓣鱼类的时代提供了参考，而且暗示中泥盆世时期中哈萨克斯坦与南中国可能属于同一个生物区。

关于 *Bothriolepis*，这个属包括的种之多、分布之广在古鱼类中是罕见的。过去曾长期被视为晚泥盆世的标志化石，这种看法在中国之外的世界其他地区近来也受到冲击。继波罗的海地区含 *Bothriolepis* 的 Ganja 组被厘定为吉维特期之后(Blieck et al.，1988)，根据 Young(1993a)的统计，在东冈瓦那(包括南极、新西兰和澳大利亚) *Bothriolepis* 13 个种中有 11 个属于吉维特期，分布于相当于牙形石带 *varcus* 至 *asymmetricus* 范围内。余者为晚泥盆世，所占比例甚小。就 *Bothriolepis* 多数为中泥盆世少数为晚泥盆世而言，东冈瓦那与中国的情况相似。总之，目前所知世界 *Bothriolepis* 的最低层位相当牙形石 *varcus* 带。中国的 *Bothriolepis* 的层位下线可能还要低，因为不少是在 *Stringocephalus* 层之下。

这里顺便要提及的是 *Bothriolepis sinensis* 和 *B. yunnanensis*，尤其是前者，在地质报告中常常出现在不同地区的泥盆系地层中，被用作含鱼层对比的依据。这两个种的建立所依

据的都是前中背片,而且又是沟鳞鱼中最常见的类型,因此,其建立的依据显然不充分而亟待系统研究。由于这两个种,特别是 *Bothriolepis sinensis*,是在中国最早发现的沟鳞鱼,其后它们出现在地质报告里不同地区的泥盆系地层中,鉴定者受误导的可能性是不能排除的。因此,本文虽然加以引用,但并不作为重要依据。

以上鱼化石分析表明,在这5种鱼化石中尽管 *Heimenia* 的国外记录为早泥盆世,但在中国其时代晚得多,其在滇东北红崖坡组的出现即是明证,红崖坡组显然不会早于中泥盆世,且层位应与鱼子甸组相当,当然也与穿洞组+上双河组相当。而在余下的鱼化石中,目前所知其下限则不超过中泥盆世。其中就 *Eurycaraspis* 和 *Bothriolepis* 而言,倾向于吉维特期,这对于 *Thursius* 和 *Kenichthys* 来说也在其延续范围内。此外,不能忽视的一个因素是前面已经提到的,鱼子甸组和穿洞组+上双河组的已知鱼化石中有半数见于吉维特期的海口组/曲靖组,除非有确切的相反证据,这些共同分子应是判断鱼子甸组和穿洞组+上双河组时代的重要依据之一。

现在需要考虑的是其他化石门类的意见。其中来自孢粉方面的研究认为,穿洞组的时代为艾菲尔期(徐仁等,1991,1994),不过徐氏等的穿洞组的内涵可能与我们的不尽相同,由分布范围看,不是我们这里所限定的曲靖地区,仅出露于穿洞、西冲和龙华山一带。其孢粉大多无产出具体地点(同上,1991),部分见之于图版说明中的地点,凡是穿洞组的孢粉均产自禄劝(同上,1994)。在地层对比一节笔者曾经陈述过,曲靖地区的中泥盆统下线高于武定(也包括禄劝)地区,而缺失旧城组。如果禄劝的孢粉出自本文所说的旧城组,下面将会看到其时代意见与本文是一致的。

另一个问题是上述含鱼层是在 *Stringocephalus* 层之下,而一般情况下大多是将 *Stringocephalus* 以下的地层划归艾菲尔阶。然而侯鸿飞总结中国的腕足类时认为,中国的 *Stringocephalus* 的分布相当于牙形石 *ensensis* 上亚带至 *hermanni-cristatus* 带(侯鸿飞等,1988)。由此可见并不必定排除 *Stringocephalus* 下面的地层属于吉维特期,而应视具体情况而定。具体到滇东地区 *Stringocephalus* 之下的含鱼地层,以上双河组来说,该组所产植物和无脊椎动物(除未发现 *Stringocephalus* 外)与海口组/曲靖组的非常相近(云南省第二区测队,1978)。同时该组产多种牙形石,沈权(1991)根据其中的 *Icriodus retrodepressus* 和 *I.* aff. *I. expansus* 与欧洲对比,认为时代为艾菲尔期;王尚启(见蔡重阳等,1994)依据 *Paramoelleritia* sp.认为该属常见于埃姆斯—艾菲尔期;而王成源(同上)依据 *Icriodus difficilis*、*I. brevis* 和 *I.* cf. *I. alternatus* 则认为当为吉维特期。就作者所能查阅到的资料,上述牙形石中出现于国内其他地区的计有 *Icriodus expansus*、*I. brevis* 和 *I. difficilis*,均产于四川龙门山地区吉维特阶的观雾山组(熊剑飞等,1988)。为此,本文更偏重王成源的意见。

能进一步说明鱼子甸组(或穿洞组+上双河组)时代的,应是华宁盘溪剖面。该剖面中习惯上称谓的海口组,产 *Bothriolepis* sp.和 *Xichonolepis qujingensis* 等鱼化石,但该含鱼层位于曲靖组之下,因此其层位低于命名地的海口组,而当与鱼子甸组和穿洞组+上双河组对比。侯鸿飞等(1964)研究了该含鱼层下的南盘江组的5种腕足类:*Eoreticularia maureri*、*Bornhardtina uncitoides*、*B. yunnanensis*、*Acrothyris kwangsiensis*、*A. nanpanjiangensis*,并根据 *Bornhardtina* 认为南盘江组为吉维特期。后来侯鸿飞在总结中国的腕足类时,进一步强调在中国 *Bornhardtina* 仅限于吉维特期,并且在"云贵各地东岗岭阶中晚期(原文可能笔误,似当为早中期,引者注)可以划出 *Bornhardtina* 和 *Stringocephalus* 两个化石带"(侯鸿

飞等,1988,页 264;表 11)。但是鲜思远等(同上,页 147)考虑到 80 年代发现在莱茵区的 *Bornhardtina* 可下延至艾菲尔阶中部,因而推测“南盘江灰岩有可能部分对比艾菲尔阶”。这两种意见立足点的差异在于前者侧重于中国的具体情况。就华南地区而言,南盘江组之外 *Bornhardtina* 尚产于黔南独山组鸡泡段(同上,页 140)、广西六景民塘组(同上,页 165)和大乐鸡德组(同上,页 126),均为吉维特期,而且鸡德组中 *Bornhardtina* 的成员之一的 *B. yunnanensis* 即是南盘江组分子。而据王成源和王志浩披露,在民塘组和鸡德组底部均发现了吉维特早期的标志化石牙形石 *Poly. ensensis*(同上,页 240)。而后一种意见则顾及到世界范围内 *Bornhardtina* 的下限,结论留有余地,认为南盘江组“可能部分对比艾菲尔阶”。权衡这两种意见,毋庸讳言笔者注重前者。退一步讲,即使按照后一种意见,南盘江组仍有部分对比吉维特阶,何况其上的“海口组”。由此可见,鱼子甸组和穿洞组 + 上双河组自应为吉维特期。推而广之,云南其他地区曲靖组之下习惯上称谓的“海口组”同样也当为吉维特期。

2.4.2 旧城组的时代

旧城组所产鱼化石目前可以肯定的计有 7 属 6 种(表 3),其中除 *Wudinolepis* 为胴甲类外,其余均为短胸节甲类,因此是一个以短胸节甲类为主的鱼群。为了讨论含鱼层的时代,下面将逐一进行分析。

首先是关于 *Wudinolepis*,其属型种 *W. weni* 产于旧城组,并以此建立武定鱼科(Wudinolepidae)(张国瑞,1965)。由于穿洞组 *Wudinolepis* 的鉴定受到质疑,被认为只是属于武定鱼科的小个体胴甲类(侯鸿飞等,1988;朱敏等,1996),因此,*Wudinolepis* 目前可以确定的产地只有武定。最初潘江、王士涛(1978)曾有保留地将广西贺县信都组的 *Hosienolepis* 列入武定鱼科,其后潘氏(1984)鉴于 *Hosienolepis* 与 *Microbrachius* 之间也有重要共同特征,申明 *Hosienolepis* 的系统位置待定。朱敏(Zhu, 1996)认为 *Wudinolepis*、*Hosienolepis* 和 *Microbrachius* 应组成胴甲类的一个类群,它们之间的系统关系为[*Wudinolepis* (*Hosienolepis* + *Microbrachius*)],也就是说武定鱼科包括上述 3 个属。其中 *Microbrachius* 包含两个种,属型种 *M. dicki* 产自苏格兰,为吉维特晚期(Denison, 1978);另一个种 *M. sinensis* 则见于沾益桃园曲靖组(潘江,1984)。至于 *Wudinolepis* 和 *Hosienolepis* 这两个中国地区属,其层位显然比 *Microbrachius* 低,其时代须要由各自含鱼层的其他化石来确定。显然,穿洞组的标本未被确定为 *Wudinolepis* 前用来作为穿洞组与旧城组对比的依据是不可靠的。

Exutaspis 这个属建立时列入 Phlyctaeniidae 科,依据的标本为头甲内模,构成头甲骨片间的骨缝不了解(刘玉海等,1981)。后来本文作者在原产地同一层位采到一件中颈片也为内模(未刊),依其形态和大小可以断定来自这个属惟一种 *E. megista* 的不同个体。该中颈片为梯形,据此,*Exutaspis* 当从 Phlyctaeniidae 中排除,而当归于短胸节甲类,可能属 Buchanosteidae 科,或与该科接近,在此特作厘正。与 Buchanosteidae 的两个成员 *Buchanosteus* 和 *Kueichowlepis* 相比,*Exutaspis* 体形大,其头甲长超过前二者的三倍;其头甲后缘强烈凸出,而前二者则只微凸或微凹;其内颅的前和后眶后突均极度发达而向后侧方伸延。因此,*Exutaspis* 比埃姆斯期的 *Buchanosteus* 和 *Kueichowlepis* 显然特化。

Jiuchengia 这个属建立时归入粒骨鱼科(Coccosteidae)(王俊卿等,1983),但近来王俊卿等(1995)和朱敏等(1996)均以其枕区长而认为与 euleptaspids 相近。看起来 *Jiuchengia* 与长枕区的 euleptaspids、*Taemasosteus* 和 *Tityosteus* 较为相近,但后三者头甲眶前部分均没有

保存，而 *Jiuchengia* 则因为标本是印模，组成头甲各骨片的界线实际并不清楚，这就使得在 *Jiuchengia* 与以上节甲类比较中，除了长枕区这个特征外，没有其他更多特征可资利用。而长枕区在节甲类中并非一次获得的，例如 *Goodradigbeeon*、*Arenipiscis*、*Homosteus*，甚至粒骨鱼科的 *Livosteus*，也都具有长的枕区（White，1978；Denison，1978；Young，1981）。另外，根据王俊卿等（1983）的解释和复原图，*Jiuchengia* 具有显著大的吻片，且该片为入水鼻孔所洞穿。然而在节甲类、甚至盾皮类中均未有入水鼻孔洞穿吻片的例子。在节甲类中该鼻孔一般是开口在吻片和后鼻片之间，除非吻区甲片退化，而开口在吻区的软组织中。所以 *Jiuchengia* 吻区甲片的界线和鼻孔尚待新的材料确定。如果入水鼻孔能被确证，则王氏等解释为入水鼻孔之前导向出水鼻孔的沟多半应是吻片与后鼻片间的骨缝。总之 *Jiuchengia* 与 euleptaspids 的关系相近现在还不能说是肯定的。但是，具长枕区的节甲类确是多数出自埃姆斯阶。

Yinosteus 是 Heterosteidae 科中保存完整头甲的 3 个属之一，另外两个属中的 *Heramius* 产于斯匹茨贝尔根的 Verdalen Member，时代为埃姆斯期。另一个属 *Heterosteus* 则分布较广，波罗的海地区、东格陵兰和德国以及斯匹茨贝尔根的 Wijde Bay 组，其时代由艾菲尔至吉维特期（Denison，1978）。

Holonema 是一个分布广泛的洲际属，包括约 10 个种，其地质历程由艾菲尔至弗拉斯期，吉维特期居多（Denison，1978）。

Xiangshuiosteus 这个属建立时，认为与粒骨鱼类相近，其所以未归入粒骨鱼类，缘于 *Xiangshuiosteus* 的中央片的前叶和侧叶没有分开（王俊卿等，1992）。虽然一般将中央片三叶形作为粒骨鱼超科的近裔特征，但是例外的情况还是有的，如粒骨鱼科的 *Millerosteus*，其中央片后叶就不明显（Stensiö，1963，Fig. 744），而 *Coccosteus cuspidatus* 中，有的个体其中央片的前叶和侧叶则分开不明显或不分开（Miles and Westoll，1968），类似的情况也存在于 Pholidosteidae 科中的 *Tapinosteus*（Denison，1978，Fig. 64c）。因此本文认为 *Xiangshuiosteus* 属于粒骨鱼超科甚至粒骨鱼科问题不大。粒骨鱼类出现较晚，为中和晚泥盆世。

Livosteus 是粒骨鱼科中了解较差的属，只有两个种，其属型种 *L. grandis* 出现于俄罗斯的中泥盆统，*L. sinensis* 则为中国地区种，仅发现在旧城组。

由此可以看出上述节甲类除 *Holonema* 和 *Livosteus* 为洲际属外，其余的属均仅见于武定，所以在鉴定时代上有一定的困难。总起来看，*Exutaspis* 和 *Jiuchengia* 在分类上虽然可能分别与埃姆斯期的 Buchanosteidae 和 euleptaspids 对比，但是如上面所指出的其对比关系有不可靠因素；*Yinosteus*（Heterosteidae）为埃姆斯期至吉维特期；而 *Holonema*、*Xiangshuiosteus* 和 *Livosteus* 则不早于中泥盆世，从整个鱼群面貌和地层层序考虑，本文认为旧城组的时代可能为艾菲尔期，不大可能更早。

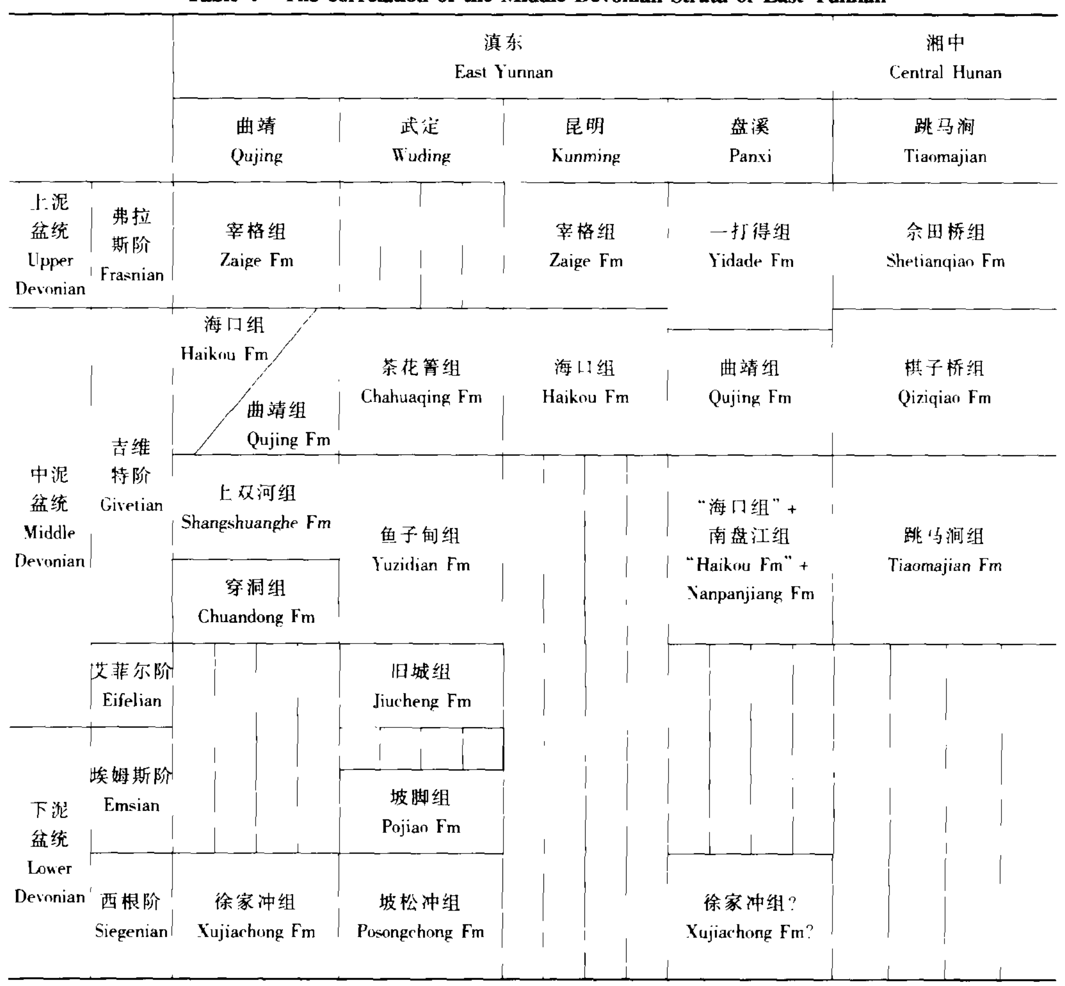
旧城组作为中泥盆统，自然涉及到它与下伏地层坡脚组的关系。刘玉海等（1973）、朱敏等（1996）均认为二者为连续沉积，但是他们所关注的主要是武定人民桥一带富含鱼化石的剖面。而据云南 102 地质队、潘江等（1978）和赵秀琨（1978）等在武定地区大范围的考察，认为位于含坡脚动物群地层之上厚约 40m 的石英砂岩，与旧城组之间有假整合面（赵秀琨）或旧城组有超复现象（102 地质队；潘江等）。考虑到滇东地区广泛存在中泥盆统超复的情况，特别是在滇东北巧家至鲁甸一带，中泥盆统缩头山组也超复在坡脚组之上（云南省地质矿产局，1990），因此，在武定地区下泥盆统与中泥盆统之间存在沉积间断是

十分可能的。这样武定地区下泥盆统可能缺失大致相当四排阶时期的地层,从鱼化石的角度讲,大致缺失 duyunolepids-*Kueichowlepis* 鱼类组合时期的地层。

根据以上论述,滇东中泥盆统含鱼地层对比列作表 4。

表 4　滇东中泥盆统地层对比

Table 4　The correlation of the Middle Devonian Strata of East Yunnan



		滇东 East Yunnan				湘中 Central Hunan
		曲靖 Qujing	武定 Wuding	昆明 Kunming	盘溪 Panxi	跳马涧 Tiaomajian
上泥盆统 Upper Devonian	弗拉斯阶 Frasnian	宰格组 Zaige Fm		宰格组 Zaige Fm	一打得组 Yidade Fm	佘田桥组 Shetianqiao Fm
中泥盆统 Middle Devonian	吉维特阶 Givetian	海口组 Haikou Fm / 曲靖组 Qujing Fm	茶花箐组 Chahuaqing Fm	海口组 Haikou Fm	曲靖组 Qujing Fm	棋子桥组 Qiziqiao Fm
		上双河组 Shangshuanghe Fm; 穿洞组 Chuandong Fm	鱼子甸组 Yuzidian Fm		"海口组"+南盘江组 "Haikou Fm"+Nanpanjiang Fm	跳马涧组 Tiaomajian Fm
	艾菲尔阶 Eifelian		旧城组 Jiucheng Fm			
下泥盆统 Lower Devonian	埃姆斯阶 Emsian		坡脚组 Pojiao Fm			
	西根阶 Siegenian	徐家冲组 Xujiachong Fm	坡松冲组 Posongchong Fm		徐家冲组? Xujiachong Fm?	

3　讨论与结论

1)泥盆系的鱼化石有着明显的地区性,中国也不例外,如果将与中国毗邻的越南除外,中国泥盆系的鱼化石(不包括微体)在种级阶元全部为中国地区种,属级阶元洲际性的也不多,所占比例甚小,所以在讨论地层时代时,常常要通过属级以上阶元与世界其他地区对比。同时由于鱼化石多出自非海相地层,因此很少能直接引用海相无脊椎动物各门类的研究成果来佐证含鱼层的时代和对比。所以,本文所提出的上述含鱼层的时代和对比,只能是大致框架。

2）就下泥盆统徐家冲组的时代和对比而言，本文仍持作者1985年的意见，即布拉格期，并与坡松冲组、平驿铺组或那高岭组对比。因此曲靖地区下泥盆统缺失大致相当坡脚组及其以后的沉积。至于曾将徐家冲组与舒家坪组对比，乃是受以往视徐家冲组与中泥盆统为连续沉积的影响，从而把徐家冲组层位估计过高。根据duyunolepids-*Kueichowlepis*鱼化石组合的性质和舒家坪组的腕足类已有的研究成果，这个鱼化石组合的时代当为埃姆斯期，甚至可能为埃姆斯中晚期。

3）旧城组的鱼群主要成员为短胸节甲类，该鱼群尚未在国内其他地区出现，虽然其中一些分子具有早泥盆世晚期的可能性，但更多成员则具中泥盆世色彩。综合考虑整个鱼群的性质及含鱼层与上覆地层的关系，本文认为旧城组的时代为艾菲尔期，该组与下伏坡脚组之间可能存在沉积间断。

4）云南省第二区测队认为在曲靖地区海口组与曲靖组为相变关系，从植物、无脊椎动物和鱼化石得到支持，这就为海口组的时代和对比提供了一个有力证据。同时说明，曲靖地区的海口组和命名地海口组由于均是伏于宰格组之下，层位大致相当。而滇东其他地区习惯上称谓的"海口组"则因伏于含*Stringocephalus*地层之下，在层位上则低于命名地的海口组。

5）本文认为*Stringocephalus*层之下的含鱼层，如曲靖地区的穿洞组+上双河组、武定地区的鱼子甸组、盘溪的"海口组"和滇东北的红崖坡组，层位彼此大致相当。根据对曲靖地区和武定地区有关含鱼地层的鱼化石分析，认为这些含鱼层的时代为吉维特期。这个建议从盘溪南盘江组所含腕足类*Bornhardtina*得到支持，因为目前所知中国的*Bornhardtina*均产自吉维特期地层，例如中国西北新疆苏丘克地区的托格买提组，而在南方则有黔南独山组、广西六景民塘组和大乐鸡德组，而且鸡德组的*Bornhardtina*中即包含南盘江组分子*B. yunnanensis*，同时，民塘组和鸡德组底部又产吉维特早期标志牙形石*Poly. ensensis*。

致谢 本文成文过程中作者曾多次与刘时藩先生和朱敏博士讨论，受益良多，承蒙俄罗斯彼得堡大学伊万诺夫(A. Ivanov)博士允许参观其拟鳞鱼类标本并提供含鱼层的化石名单，陈平富博士打印文中的表格并在文稿打印中给予多方技术帮助，在此，作者谨向他们致以诚挚的感谢。

THE AGE AND CORRELATION OF SOME DEVONIAN FISH-BEARING BEDS OF EAST YUNNAN, CHINA

LIU Yu-Hai
(*Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences* Beijing 100044)

Key words Devonian, stratigraphy, correlation, fish-bearing beds

Summary

1 The age and correlation of Xujiachong Formation

In Qujing region the Lower Devonian rocks are commonly divided into four members: Xishancun Formation, Xitun Formation, Gujiatun Formation and Xujiachong Formation, and the last formation was traditionally considered to conformably underlie the Middle Devonian strata. However, the author put forward a proposal in 1985 that Xujiachong Formation could be as early as Pragian and a depositional break could exist between this formation and the Middle Devonian sequence. Since then the proposal has been strengthened due to the increase of the discovery of the fish fossils. Up to now, the fishes found from this formation include huananaspid galeaspids *Sanchaspis magolarostrata* and *Gantarostraspis geni*; eugaleaspid galeaspids *Eugaleaspis xujiachongensis* and *Ptergonaspis yuhaii*; arthrodire *Szelepis* sp.; petalichthyid *Neopetalichthys* sp. and antiarchs *Yunnanolepis chii* and *Chuchinolepis gracilis*. Among the forms listed above the most significant in biostratigraphic correlation are the huananaspids and *Neopetalichthys*, for the others, except *Pterogonaspis* found only from Xujiachong Formation, either as species or as genera also occur in the lower strata, such as Xitun Formation or Xishancun Formation. As to *Neopetalichthys*, as it was originally found from Pingyipu Formation of Sichuan, it should be taken as an evidence of the correlation of Xujiachong Formation to Pingyipu Formation.

As for huananaspids, Huananaspiformes is an endemic order of Galeaspida in South China, which in this paper there are 11 genera to be referred to (table 1). With the exception of *Wumengshanaspis* from the early Middle Devonian, all the genera occur in the Lower Devonian, known from Xujiachong Formation and Posongchong Formation of Yunnan Province, from Pingyipu Formation of Sichuan Province and from Nagaoling Formation of Guangxi Province. In the current literatures the last three formations are considered to correlate with each other and are dated as Siegenian or Pragian. Now that Xujiachong Formation shares *Gantarostraspis* and *Neopetalichthys* with Posongchong and Pingyipu formations respectively, it should correlate to these two formations and Nagaoling Formation in addition. Thus, on the basis of the available information it can be considered that the huananaspids appeared and greatly developed during Pragian time.

2 The correlation and age of the Middle Devonian *Bothriolepis*-bearing beds

The Middle Devonian so-called *Bothriolepis*-bearing beds widely spread in East Yunnan and were traditionally named as Haikou Formation (s. l.). In fact the Haikou Formation (s. s.) in Kunming region, including the type locality Haikou nearby Kunming City, is usually about 10 meters in thickness, consisting of sandstone and shale. It rests upon pre-Devonian rocks and conformably underlies Zaige Formation yielding early Late Devonian corals *Disphyllum cylindricum* and *Hunanophrentis* aff. *H. zaphrentoides* in its lower part. But in other regions Haikou Formation (s. l.) is much thicker, generally over 100 meters, sometimes even more than 500 meters. It usually rests upon the Devonian rocks of various times and may conformably underlie Zaige Formation but mostly underlies the Middle Devonian *Stringocephalus*-bearing beds, such as Qujing Formation or the beds corresponding to Qujing Formation. Consequently the age and correlation of the Middle Devonian *Bothriolepis*-bearing beds in East Yunnan have been debated for a long time.

In this paper the attention is mainly paid to the *Bothriolepis*-bearing beds of Qujing and Wuding regions because of their abundance of fish fossils and well-developed stratigraphic

sequences.

As to Qujing region, the *Bothriolepis*-bearing beds disconformably overlay the Lower Devonian Xujiachong Formation and underlie the Upper Devonian Zaige Formation. They are currently subdivided into three members ascendingly: Chuandong Formation, Shangshuanghe Formation and Haikou Formation (table 2), or Shangshuanghe Formation is merged into Haikou Formation because of the similarity of the florae in these two members. However, the nonmarine Haikou Formation changes into the marine Qujing Formation from the western part to the eastern part in this region. Almost all the components of the fish fauna and flora found from Haikou Formation in the western part do exist in Qujing Formation in the eastern part; the fishes and plants on the one hand alternately appear with marine invertebrates on the other in the layers. The fishes appearing in Qujing Formation include the antiarchans *Bothriolepis sinensis*, *Hunanolepis tieni*, *Xichonolepis qujingensis*, *Microbrachius sinensis*, the dipnoan *Dongshanodus qujingensis* and the petalichthyid *Quasipetalichthys* sp. Of them only *Microbrachius* and *Dongshanodus* are not known from Haikou Formation (see table 2).

As to Wuding region, the so-called Haikou Formation (s. l.), which disconformably rests upon the early Emsian Pojiao Formation and is covered by Mesozoic rocks, is subdivided into three members ascendingly: Jiucheng Formation, Yuzidian Formation and Chahuaqing Formation (table 3). In this paper Chahuaqing Formation is correlated to Qujing Formation because of the resemblance of the *Stringocephalus* assemblages between these two formations, while Yuzidian Formation is correlated to Chuandong Formation + Shangshuanghe Formation of Qujing region according to the similarity of their fish faunae. A stratum corresponding to Jiucheng Formation is absent in Qujing region.

With regard to the age of Yuzidian Formation and Chuandong Formation + Shangshuanghe Formation, they are here referred to Givetian as suggested by the so-called Haikou Formation in Panxi, which lies about 150 kilometers southwest to Qujing. There the "Haikou Formation", which yields antiarchans *Xichonolepis qujingensis* and *Bothriolepis* sp. and is here correlated to Yuzidian Formation in Wuding region or to Chuandong Formation + Shangshuanghe Formation in Qujing region, underlies Qujing Formation and rests upon Nanpanjiang Formation. In Nanpanjiang Formation occur brachiopods *Bornhardtina uncitoides*, *B. yunnanensis*, *Eoreticularia maureri*, *Acrothyris kwangsiensis* and *A. nanpanjiangensis*. *Bornhardtina* is well known in South China; its members have been all found from Givetian so far and its lowermost limit is indicated by the early Givetian conodont *Poly. ensensis*.

Finally the age of Jiucheng Formation is here referred to Eifelian on the basis of the fish fauna (table 3) and the stratigraphic sequence. The fauna chiefly consists of endemic brachythoracid arthrodires. Of them *Exutaspis* is here proposed to be likely related to Buchanosteidae instead of Phlyctaeniidae according to the new found of a trapezoid nuchal plate (unpublished), but in comparison with the Lower Devonian buchanosteids, such as *Buchanosteus* and *Kuichowlepis*, this genus is large in size and specialized in the protrudent posterior margin of the head shield and the elongate postorbital processes of the endocranium. *Jiuchengia*, a brachythoracid arthrodire with a

long occipital region, is not exactly known in its relation to the known arthrodires owing to the ill preservation, but the most known long occipital brachythoracids do appear in the late Early Devonian. Consequently there is possibility that the two forms, *Exutaspis* and *Jiuchengia*, occur in the Early Devonian; nevertheless, the remain forms of Jiucheng Formation, such as *Holonema*, *Xiangshuiosteus*, *Livosteus* and *Yinosteus*, suggest the age to be the Middle Devonian. Considering the stratigraphic sequence between Jiucheng Formation and Yuzidian Formation, the author prefers the age of Jiucheng Formation to be Eifelian.

References

Blieck A, Mark-Kurik E, Märss T, 1988. Biostratigaphical correlations between Siluro-Devonian on invertebrate-dominated and vertebrate-dominated sequences: the East Baltic Example. In: McMillan N J, Embry A F, Glass D J eds. Devonian of the World. Canadian Society of Petroleum Geologists, Mem 14, Ⅲ. 579 ~ 587

Bureau of Geology and Mineral Resources of Yunnan Province (云南省地质矿产局), 1990. Regional Geology of Yunnan Province. P. R. China Geol Mem 1, (21). Beijing: Geological Publishing House. 1 ~ 727 (in Chinese with English brief text)

Cai C Y (蔡重阳), Fang Z J (方宗杰), Li X X (李星学) et al., 1994. Study on biostratigraphy of transition facies of the Lower and Middle Devonian of eastern Yunnan. Sci China (中国科学), Ser B, **24**(6): 634 ~ 639 (in Chinese)

Chang K J (张国瑞), 1965. New antiarchs from the Middle Devonian of Yunnan. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **9**(1): 1 ~ 14 (in Chinese with English summary)

Denison R H, 1978. Placodermi. In: Schultze H-P ed. Handbook of Paleoichthyology, 2. Stuttgart: Gustav Fisher Verlag. 1 ~ 128

Hou H F (侯鸿飞), Wang S T (王士涛) et al., 1988. The Devonian System of China: Stratigraphy of China, no. 1. Beijing: Geological Publishing House. 1 ~ 329 (in Chinese)

Hou H F (侯鸿飞), Xian S Y (鲜思远), 1964. Brachiopod fauna of the Nanpanjiang limestone of eastern Yunnan and its geological age. Acta Palaeont Sin (古生物学报), **12**(3): 411 ~ 421 (in Chinese with English summary)

Hou H F (侯鸿飞), Xian S Y (鲜思远), 1975. The Lower and Middle Devonian brachiopods of Guangxi and Guizhou. In: Professional Papers of Stratigraphy and Palaeontology, No. 1. Beijing: Geological Publishing House. 1 ~ 85 (in Chinese)

Liao W H (廖卫华), Xu H K (许汉奎), Wang C Y (王成源) et al., 1978. The division and correlation of the Devonian of Southwest China. In: Symposium of the Devonian System of South China. Beijing: Geological Publishing House. 193 ~ 213 (in Chinese)

Liu S F (刘时藩), 1994. On the Middle Devonian series of Wuding, Yunnan. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **32**(1): 32 ~ 40 (in Chinese with English summary)

Liu Y H (刘玉海), 1961. A new species of *Bothriolepis* from Yunnan. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **6**(1): 80 ~ 85 (in Chinese with English summary)

Liu Y H (刘玉海), 1973. On the new forms of Polybranchiaspiformes and Petalichthyida from the Devonian of Southwest China. Vert PalAiat (古脊椎动物学报), **11**(2): 132 ~ 143 (in Chinese)

Liu Y H (刘玉海), 1975. Lower Devonian agnathans of Yunnan and Sichuan. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **13**(4): 202 ~ 216 (in Chinese with English summary)

Liu Y H (刘玉海), 1979. On the arctolepid Arthrodira from Lower Devonian of Yunnan. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **17**(1): 23 ~ 34 (in Chinese with English summary)

Liu Y H (刘玉海), 1985. A galeaspid (Agnatha), *Antiguisagittaspis cornuta* gen. et sp. nov., from the Lower Devonian of Guangxi, China. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **23**(4): 247 ~ 254 (in Chinese with English summary)

Liu Y H, 1991. On a new petalichthyid, *Eurycaraspis incilis* gen. et sp. nov. (Placodermi, Pisces) from the Middle Devonian of Zhanyi, Yunnan. In: Chang M M, Liu Y H, Zhang G R eds. Early vertebrates and related problems of evolutionary biology. Beijing: Science Press. 139 ~ 178

Liu Y H (刘玉海), 1993. Do the lateral fields exist in some galeaspids (jawless fishes)? Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **31**(4): 315 ~ 322 (in Chinese with English summary)

Liu Y H (刘玉海), Wang J Q (王俊卿), 1973. Discussion about several problems of the Devonian system of East Yunnan. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **11**(1):1 ~ 17 (in Chinese)

Liu Y H (刘玉海), Wang J Q (王俊卿), 1981. On three new arthrodires from the Middle Devonian of Yunnan. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **19**(4):295 ~ 304 (in Chinese with English abstract)

Mark-Kurik E, 1991. Contribution to the correlation of the Emsian (Lower Devonian) on the basis of placoderm fishes. Newsletters Stratigr, **225**:11 ~ 23

Miles R S, Westoll T S, 1968. The placoderm fish *Coccosteus cuspidatus* Miller et Agassiz from the Middle Old Red Sandstone of Scotland. Pt. 1. Descriptive morphology. Trans R Soc Edinb, **67**:373 ~ 476

Pan J (潘江), 1984. A new species of *Microbrachius* from Middle Devonian of Yunnan. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **22**(1): 8 ~ 13 (in Chinese with English abstract)

Pan J (1992). New galeaspids (Agnatha) from the Silurian and Devonian of China. Beijing: Geological Publishing House. 1 ~ 77

P'an K (潘江), Wang S T (王士涛), 1978. Devonian Agnatha and Pisces of China. In: Symposium of the Devonian System of South China. Beijing: Geological Publishing House. 299 ~ 333 (in Chinese)

Pan J (潘江), Wang S T (王士涛), 1981. New discoveries of polybranchiaspids from Yunnan Province. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **19**(2):111 ~ 121 (in Chinese with English summary)

P'an K (潘江), Wang S T (王士涛), Gao L D (高联达) et al., 1978. The continental stratigraphy of Devonian in South China. In: Symposium of the Devonian System of South China. Beijing: Geological Publishing House. 240 ~ 269 (in Chinese)

Ritchie A, Wang S T, Young G C et al., 1992. The Sinolepidae, a family of antiarchs (placoderm fishes) from the Devonian of South China and eastern Australia. Rec Aust Mus, **44**(3):319 ~ 370

Stensiö E A, 1963. Anatomical studies on the arthrodiran head. Pt. 1. Preface, geological and geographical distribution, the organization of the arthrodires, the anatomy of the head in the Dolichothoraci, Coccostemorphi and Pachyosteomorphi. K Svenska Vetensk Akad Handl, **4**(9):1 ~ 419

Second Mapping Team of Yunnan Province (云南省第二区测队), 1978. Report on geology of Qujing. 1 ~ 205 (in Chinese)

Shen Q (沈权), 1991. The Middle and Upper Devonian near Qujing. J Stratigr (地层学杂志), **15**(4):270 ~ 277 (in Chinese)

Thanh T D, Janvier P, 1987. Les Vertébrés Dévonian du Vietnam. Ann Paléontol, 73:165 ~ 194

Thanh T D, Janvier P, 1990. Les Vertébrés du Dévonian inférieur du Bac Bo oriental (Provinces de Bac Thai et Lang San Vietnam). Bull Mus Natl Hist Nat, Paris, **4**(12):143 ~ 223

Wang J Q (王俊卿), 1981. A tooth plate of dipnoan from Qujing, Yunnan. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **19**(3):197 ~ 199 (in Chinese with English abstract)

Wang J Q (王俊卿) 1984. Geological and paleogeographical distribution of Devonian fishes in China. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **22**(3):219 ~ 229 (in Chinese with English abstract)

Wang J Q (王俊卿), 1986. The discovery of *Heimenia* in China. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **24**(1):75 ~ 76 (in Chinese with English abstract)

Wang J Q (王俊卿) 1996. The discovery of *Livosteus* from the Lower Devonian of Yunnan, China. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **34**(2):84 ~ 89 (in Chinese with English summary)

Wang J Q (王俊卿), Wang N Z (王念忠), 1983. A new genus of Coccosteidae. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **21**(1):1 ~ 8 (in Chinese with English summary)

Wang J Q (王俊卿), Wang N Z (王念忠), 1984. New material of Arthrodira from the Wuding region, Yunnan. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **22**(1):1 ~ 7 (in Chinese with English summary)

Wang J Q (王俊卿), Wang N Z (王念忠), 1992. Early Devonian galeaspid Agnatha from Southeast Yunnan, China. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **30**(3):185 ~ 194 (in Chinese with English summary)

Wang J Q (王俊卿), Zhu M (朱敏), 1994. *Zhaotongaspis janvieri* gen. et sp. nov., a galeaspid from Early Devonian of Zhaotong, northeastern Yunnan. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **32**(4):231 ~ 243

Wang J Q (王俊卿), Zhu M (朱敏), 1995. Age of the Jiucheng Formation of Wuding, Yunnan. J Stratigr (地层学杂志), **19**(1):20 ~ 24 (in Chinese with English abstract)

Wang S T (王士涛), Lan C H (蓝朝华), 1984. New discovery of polybranchiaspids from Yiliang County, Northeast Yunnan

Province. Bull Inst Geol, Chinese Acad Geol Sci (中国地质科学院地质研究所所刊), No. **9**: 113 ~ 123 (in Chinese with English abstract)

Wang S T (王士涛), Pan J (潘江), Wang J Q (王俊卿), 1998. Early Devonian fishes from central and southern Guangxi and correlation of the vertebrate biostratigraphy in South China. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **36**(1): 58 ~ 69 (in Chinese with English summary)

White E I, 1978. The larger arthrodires. Bull Br Mus (Nat Hist) Geol, **1**: 149 ~ 262

Xian S Y (鲜思远), Zhou X Y (周云崖), 1978. The division and correlation of the Lower Devonian stratigraphy of Northeast Yunnan. In: Symposium of the Devonian System of South China. Beijing: Geological Publishing House. 176 ~ 183 (in Chinese)

Xiong J F (熊剑飞), Qian Y Z (钱泳蓁), Tian C Y (田传荣) et al., 1988. On conodonts. In: Hou H F (侯鸿飞) ed. Devonian stratigraphy, paleontology and sedimentary facies of Longmenshan, Sichuan. Beijing: Geological Publishing House. 314 ~ 338 (in Chinese with English summary)

Xu R (徐仁), Gao L D (高联达), 1991. Middle and early Upper Devonian miospore zonations in eastern Yunnan and their significance of stratigraphy. Acta Botonica Sinica (植物学报), **33**(4): 304 ~ 313 (in Chinese with English abstract)

Xu R (徐仁), Gao L D (高联达), 1994. The Middle and early Late Devonian megaspores from eastern Yunnan. Bull Chinese Acad Geol Sci (中国地质科学院院报), (29): 119 ~ 132 (in Chinese with English abstract)

Young G C, 1981. New early Devonian brachythoracids (placoderm fishes) from the Taemas-Wee Jasper region of New South Wales. Alcheringa, **5**: 245 ~ 271

Young G C, 1993a. Middle Palaeozoic macrovertebrate biostratigraphy of East Gondvana. In: Long J A ed. Palaeozoic Vertebrate Biostratigraphy and Biogeography. London: Belhaven Press. 208 ~ 251

Young G C, 1993b. Vertebrate fauna provinces in the Middle Palaeozoic. In: Long J A ed. Palaeozoic Vertebrate Biostratigraphy and Biogeography. London: Belhaven Press. 293 ~ 323

Zhao X K (赵秀琨), 1978. The Devonian system of Wuding area. In: Symposium of the Devonian System of South China. Beijing: Geological Publishing House. 172 ~ 175 (in Chinese)

Zhu M (朱敏), 1992. Two new eugaleaspids, with a discussion on eugaleaspid phylogeny. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **30** (3): 169 ~ 184 (in Chinese with English summary)

Zhu M, 1996. The Phylogeny of the Antiarcha (Placodermi, Pisces), with the description of Early Devonian antiarchs from Qujing, Yunnan, China. Bull Mus Natl Hist Nat, Paris, **4**(12): 223 ~ 347

Zhu M (朱敏), Wang J Q (王俊卿), 1996. On the Lower-Middle Devonian boundary in Qujing, Yunnan. J Stratigr (地层学杂志), **20**(1): 58 ~ 63 (in Chinese with English abstract)

Zhu M (朱敏), Wang J Q (王俊卿), Fan J H (范俊航), 1994. Early Devonian fishes from Guijiatun and Xujiachong Formations of Qujing, Yunnan, and related biostratigraphic problems. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **32**(1): 1 ~ 20 (in Chinese with English summary)